

## TRAITE DE OPERATION EN MATIERE BREVETS

PCT

## NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

en sa qualité d'office élu

Date d'expédition 03 août 2000 (03.08.00)	
Demande internationale no: PCT/BE99/00012	Référence du dossier du déposant ou du mandataire: ORPC 124.607
Date du dépôt international: 26 janvier 1999 (26.01.99)	Date de priorité:
Déposant: VANDERGHEYNST, Alain etc	

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:

☒ dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

15 juin 2000 (15.06.00)

☐ dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:2. L'élection ☒ a été faite☐ n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse no de télécopieur: (41-22) 740.14.35	Fonctionnaire autorisé: J. Zahra no de téléphone: (41-22) 338.83.38
--	---



PCT

REC'D 23 FEB 2001

PCT

## RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)



Référence du dossier du déposant ou du mandataire TXEX 505315(D124607)	<b>POUR SUITE A DONNER</b>	voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)
Demande internationale n° PCT/BE99/00012	Date du dépôt international (jour/mois/année) 26/01/1999	Date de priorité (jour/mois/année) 26/01/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB G21C3/62		
Déposant BELGONUCLEAIRE SA et al.		

1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
2. Ce RAPPORT comprend 7 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.  
☐ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent feuilles.

3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:

- I ☒ Base du rapport
- II ☐ Priorité
- III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☐ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☐ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 15/06/2000	Date d'achèvement du présent rapport 21.02.2001
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Maugain, C N° de téléphone +49 89 2399 2199 



# RAPPORT D'EXAMEN PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL

Demande internationale n° PCT/BE99/00012

## I. Base du rapport

1. Ce rapport a été rédigé sur la base des éléments ci-après (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17.)*) :

### Description, pages:

1-10                      version initiale

### Revendications, N°:

1-12                      version initiale

### Dessins, feuilles:

1/2-2/2                      version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :



# **RAPPORT D'EXAMEN PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/BE99/00012

- ☐ de la description, pages :
- ☐ des revendications, n°s :
- ☐ des dessins, feuilles :

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

*(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)*

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

## **V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

### **1. Déclaration**

Nouveauté	Oui : Revendications 1-12
	Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1-12
	Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-12
	Non : Revendications

### **2. Citations et explications voir feuille séparée**

## **VII. Irrégularités dans la demande internationale**

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :  
**voir feuille séparée**





**Concernant le point V**

**Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

1. Il est fait référence aux documents suivants:

D1: FR.A. 2 622 343 et

D2: FR.A. 2 765 383.

**1.NOUEAUTE**

Le demandeur considère comme état de la technique le plus proche le procédé MIMAS illustré par la figure 1 et décrit dans la description de la p.1, l.24 à la p.2, l.9. Il s'agit d'un procédé de fabrication de combustible nucléaire MOX, développé par la déposante, qui consiste en une micronisation par broyage d'une seule fraction du mélange final et utilise deux étapes de mélange d'oxydes successives pour permettre une homogénéisation isotopique et pour tirer parti de l'usage de produits d'entrée  $UO_2$  coulable. Le procédé, selon cet état de la technique, est un procédé qui prévoit explicitement dans la fig. 1, par le bloc "Traitement", à partir des blocs 8 "Rectification" et 9 "Tri d'aspect" le recyclage à sec de rebuts de combustible nucléaire sous forme d'oxyde mixte  $(U,Pu)O_2$  provenant de la fabrication de combustible ou de la mise au rebut de combustible nucléaire, par suite d'un manque ou d'un abandon d'utilisation, par exemple, vers les blocs 1 "1er Mélange" et 4 "2ème Mélange", procédé conforme à celui revendiqué dans la rev. 1, l.1-16.

L'objet de la revendication 1 se distingue du procédé MIMAS connu en ce que le procédé de traitement préalable de rebuts comporte un pastillage et un frittage de rebuts poudreux pour former des pastilles de rebut et une micronisation des pastilles de rebut pour former de la poudre de rebut destinée à être ajoutée/incorporée, en tant que rebuts en poudre, dans le/s premier et/ou second mélange/s.

L'objet de la revendication 1 et de ses revendications dépendantes 2-12 est donc nouveau selon l'Art. 33 2) PCT.

**2.ACTIVITE INVENTIVE** (approche problème-solution)

2.1 Les problèmes objectifs, que se propose de résoudre la présente demande, c'est-à-dire l'objet de la présente demande (cf. la description de la p.2, l.24 à la p.3, l.5) est plus précis que celui du procédé MIMAS selon la fig. 1, qui n'est pas seulement le



recyclage à sec ou autre, sans précautions particulières, de rebuts de combustible nucléaire sous forme d'oxyde mixte (U,Pu)O<sub>2</sub> provenant de la fabrication de combustible ou de la mise au rebut de combustible nucléaire, mais le recyclage à sec maximum (jusqu'à 40 % en masse de rebuts - cf. la desc, p.4, l.6 -), ad hoc ou optimum conduisant à un taux de rebut minimum ce qui suppose le contrôle des caractéristiques des produits d'entrée et notamment des rebuts de combustible nucléaire recyclés (cf. la description de la p.2, l.24 à la p.3, l.5). de tels objectifs ne sont ni mentionnés ni suggérés dans le procédé MIMAS selon la fig. 1.

2.2.1 Par ailleurs, le document D1, qui n'est pas considéré par le demandeur, comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet de la présente demande et de la revendication 1, concerne (cf. le tout, et en particulier le résumé et la description p.2, l.12-35; de la p.3, l.24 à la p.4, l.14 et de la l.29 à la p.7, l.8) un procédé de fabrication de pastilles de combustible nucléaire à base d'oxyde mixte (U,Pu)O<sub>2</sub> et envisage selon une variante de sa mise en oeuvre le recyclage d'une poudre d'oxyde mixte (U,Pu)O<sub>2</sub> obtenue par broyage de rebuts de fabrication de pastilles de combustible nucléaire à base d'oxyde mixte (U,Pu)O<sub>2</sub>. Il est précisé que le fait d'ajouter cette poudre de recyclage après broyage du premier mélange autorise des taux de recyclage importants, mais toutefois que la quantité de poudre de recyclage ajoutée représente de préférence au plus 15% en poids du second mélange.

2.2.2 Le procédé objet de la rev. 1 de la présente demande se distingue du procédé connu de D1 en ce que le traitement préalable des rebuts de fabrication comporte un pastillage et un frittage desdits rebuts poudreux pour former des pastilles de rebut puis une micronisation des pastilles de rebut pour former de la poudre de rebut (cf. les caractéristiques comprises dans le para. derrière le second tiret - de la rev. 1, l.17-23).

Un tel traitement préalable des rebuts de fabrication n'est pas suggéré par D1 et pas davantage dans le procédé MIMAS. De plus, un tel traitement préalable des rebuts de fabrication ne semble pas évident à la personne du métier, non pas parce qu'il n'est pas connu en soi et en général pour la fabrication de combustible nucléaire à base d'oxyde mixte (U,Pu)O<sub>2</sub>, mais parce qu'il ne lui semble pas a priori nécessaire pour le recyclage à sec de rebuts de combustible nucléaire, sous forme d'oxyde mixte (U,Pu)O<sub>2</sub> eux aussi. En effet, il apparaît plus simple et évident à la personne du métier de pratiquer comme dans le doc. D1, c'est à dire d'ajouter de la poudre de recyclage obtenue directement par broyage/micronisation de longue durée des rebuts de



fabrication, y compris des pastilles de rebut ou rebutées et de l'ajouter, après dosage, au second mélange. Cependant, le procédé connu de D1 prévoit, après mise en oeuvre de la poudre de recyclage ainsi obtenue dans le second mélange, une autre /quatrième étape de broyage de ce mélange pendant une durée limitée, afin de ne pas dégrader les propriétés physiques de la poudre de  $\text{UO}_2$  - précaution aussi soulignée dans la présente demande -(cf. la desc. de D1 de la p.5, l.29 à la p.6, l.17).

Le procédé objet de la rev. 1 est conçu pour que la matière du second mélange soit directement mise en pastilles sans nouveau broyage/micronisation, ni tamisage forcé, donc une part d' $\text{UO}_2$  de ce mélange n'a pas subi de broyage/micronisation à l'inverse du procédé connu de D1. La constitution d'un mélange hétérogène dans le procédé de la rev. 1 ne semble pas aller de soi pour la personne du métier qui cherche usuellement à réaliser un mélange homogène par un broyage/micronisation de la totalité des composants du mélange.

2.2.3 Le procédé connu de D2 n'a en commun avec le procédé objet de la rev. 1 que le fait qu'il concerne un procédé de recyclage à sec de rebuts de combustible nucléaire sous forme de pastilles de  $\text{UO}_2$  seul ou de  $\text{UO}_2$  contenant d'autres oxydes tel que  $\text{PuO}_2$  et un oxyde de terre rare/lanthanide absorbeur de neutrons pour fabriquer des pastilles de combustible nucléaire de bonne qualité à teneur importante de rebuts. En outre, le procédé selon D2 vise à maintenir ou à augmenter la frittabilité des rebuts à l'inverse du procédé objet de la rev. 1, qui vise à produire des pastilles de combustible nucléaire à base d'oxyde mixte  $(\text{U,Pu})\text{O}_2$  de bonne qualité avec un taux de recyclage important, grâce à une frittabilité réduite des rebuts poudreux, ce qui n'est suggéré, ni par l'enseignement de D2, ni par celui des autres documents accessibles considérés individuellement ou en combinaison et pas davantage évident pour la personne du métier.

2.2.4 En conséquence, l'objet de la revendication 1 et de ses revendications directement ou indirectement dépendantes 2-12 implique une activité inventive au sens de l'Article 33 3) PCT.

### **Concernant le point VII**

### **Irregularités dans la demande internationale**



1. Dans la description, le libellé amendé suivant:

- p.1, l.16 "...pour s'opposer raisonnablement à la prolifération..." et
- p.10, l.9 "... du cadre des revendications."

semble préférable au présent libellé de ces deux passages.





RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>ORPC 124.607</b>	<b>POUR SUITE</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après <b>A DONNER</b>	
Demande internationale n° <b>PCT/BE 99/ 00012</b>	Date du dépôt international(jour/mois/année) <b>26/01/1999</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année)
Déposant  <b>BELGONUCLEAIRE SA et al.</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 2 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. Base du rapport

a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

b. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégi**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégi est la Figure n°

☐ suggérée par le déposant.

☒ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

2  
☐ Aucune des figures n'est à publier.



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/EE 99/00012

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 G21C3/62

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 G21C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 622 343 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 28 avril 1989 (1989-04-28) le document en entier ---	1
A	GB 1 397 014 A (ATOMIC ENERGY OF AUSTRALIA) 11 juin 1975 (1975-06-11) le document en entier ---	1
A	FR 2 720 540 A (SIEMENS AG) 1 décembre 1995 (1995-12-01) le document en entier ---	1
A	FR 2 765 383 A (KOREA ATOMIC ENERGY RES) 31 décembre 1998 (1998-12-31) le document en entier -----	1

☐

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

**° Catégories spéciales de documents cités:**

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent  
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date  
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)  
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens  
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention  
"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément  
"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier  
"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 octobre 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/11/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Brothier, J-A



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP 99/00012

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2622343 A	28-04-1989	JP 1148994 A JP 2761225 B	12-06-1989 04-06-1998
GB 1397014 A	11-06-1975	CA 1009434 A	03-05-1977
FR 2720540 A	01-12-1995	NONE	
FR 2765383 A	31-12-1998	JP 11023764 A US 5882552 A	29-01-1999 16-03-1999





## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> : <b>G21C 3/62</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 00/45394</b>
		(43) Date de publication internationale: 3 août 2000 (03.08.00)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/BE99/00012

(22) Date de dépôt international: 26 janvier 1999 (26.01.99)

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): BELGONUCLEAIRE SA [BE/BE]; 4, avenue Ariane, B-1200 Bruxelles (BE).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): VANDERGHEYNST, Alain [BE/BE]; 40, rue de l'Yser, B-7370 Dour (BE). VAN VLIET, Jean [BE/BE]; Weikantlaan 34, B-1850 Grimbergen (BE). PELCKMANS, Edouard [BE/BE]; Terlo 24, B-2460 Kasterlee (BE).

(74) Mandataires: CLAEYS, Pierre etc.; Gevers &amp; Vander Haeghen, 7, rue de Livourne, B-1060 Bruxelles (BE).

(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AT (modèle d'utilité), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, CZ (modèle d'utilité), DE, DE (modèle d'utilité), DK, DK (modèle d'utilité), EE, EE (modèle d'utilité), ES, FI, FI (modèle d'utilité), GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (modèle d'utilité), SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

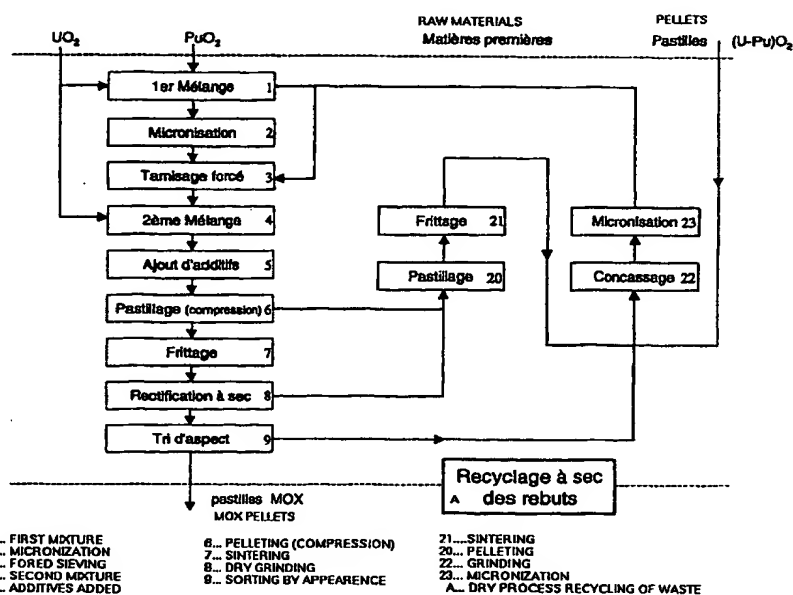
(54) Title: METHOD FOR DRY PROCESS RECYCLING OF MIXED (U, PU)O<sub>2</sub> OXIDE NUCLEAR FUEL WASTE(54) Titre: PROCÉDE DE RECYCLAGE A SEC DE REBUTS DE COMBUSTIBLE NUCLEAIRE D'OXYDE MIXTE D'(U, Pu)O<sub>2</sub>

## (57) Abstract

The invention concerns a method for dry process recycling of mixed (U, Pu)O<sub>2</sub> oxide nuclear fuel waste, comprising a process for making fuel pellets of mixed (U, Pu)O<sub>2</sub> oxide, including a dosage and a first mixture (1) of waste in powder form and, if required, of PuO<sub>2</sub> and/or UO<sub>2</sub> powders, a micronization (2) and a forced sieving (3) of said first mixture; another dosage and a second mixture (4) of the first sieved mixture, of UO<sub>2</sub> powders and, if necessary, of the waste powder, pelleting (6) the second mixture, and sintering (7) the resulting pellets; and a process for pre-treating the waste comprising pelleting (20) and sintering (21) the powder waste to form waste pellets, and micronizing (23) the waste pellets to form the desired waste powder designed to be incorporated as waste powder, in the first (1) and/or second mixtures.

## (57) Abrégé

Procédé de recyclage à sec de rebuts de combustible nucléaire d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub>, comprenant un procédé de fabrication de pastilles de combustible d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub>, comportant un dosage et un premier mélange (1) de rebuts en poudre et, le cas échéant, de poudres de PuO<sub>2</sub> et/ou d'UO<sub>2</sub>, une micronisation (2) et un tamisage forcé (3) de ce premier mélange, un nouveau dosage et un second mélange (4) du premier mélange tamisé, de poudres d'UO<sub>2</sub> et, le cas échéant, de rebuts en poudre, un pastillage (6) du second mélange, et un frittage (7) des pastilles ainsi formées, et un procédé de traitement préalable de rebuts comportant un pastillage (20) et un frittage (21) de rebuts poudreux pour former des pastilles de rebut, et une micronisation (23) des pastilles de rebut pour former de la poudre de rebuts destinée à être incorporée, en tant que rebuts en poudre, dans les premier (1) et/ou second (4) mélanges.



# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce		de Macédoine	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PL	Pologne		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	PT	Portugal		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SD	Soudan		
DK	Danemark	LR	Libéria	SE	Suède		
EE	Estonie			SG	Singapour		



5       **"Procédé de recyclage à sec de rebuts de combustible nucléaire  
d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub>"**

La présente invention concerne un procédé de recyclage à sec de rebuts de combustible nucléaire d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub>.

La fabrication de combustible pour réacteurs à eau légère,  
10 à base d'oxydes d'uranium et de plutonium, généralement appelés combustible MOX, a fait l'objet de divers développements liés à la volonté de recycler du plutonium récupéré lors du retraitement des combustibles usés.

La fabrication et l'irradiation de combustible MOX dans les  
15 réacteurs à eau légère sont maintenant considérées comme une solution pour donner une résistance acceptable à la prolifération du plutonium existant sous forme séparée des produits de fission, que celui-ci soit d'origine civile ou militaire.

Plusieurs procédés de fabrication de combustible MOX ont  
20 été développés au cours des deux dernières décennies, certains faisant appel à un broyage complet des poudres d'UO<sub>2</sub> et de PuO<sub>2</sub> pour assurer un mélange intime, d'autres se limitant au broyage d'une fraction seulement de ces poudres.

Le procédé MIMAS (acronyme pour Micronisation and  
25 MASTer blend = micronisation et mélange mère) qui a été développé par la déposante de la présente invention (voir figure 1) procède à la micronisation par broyage d'une seule fraction du mélange final et utilise deux mélanges successifs pour permettre une homogénéisation isotopique et pour tirer parti de l'usage de produits d'entrée UO<sub>2</sub>

coulables. La mise en oeuvre d' $\text{UO}_2$  coulable dans le second mélange et la limitation du broyage au seul premier mélange simplifient la fabrication (par exemple en évitant des opérations de compactage préalable/granulation ou de sphéroïdisation du mélange d'oxyde mixte) et ont grandement simplifié, au début de son industrialisation, la qualification du combustible MOX par les utilisateurs et l'obtention des autorisations auprès des Autorités de Sécurité Nucléaire (grâce à la similitude de comportement de ce combustible MOX et du combustible  $\text{UO}_2$ ).

10 Lors de la fabrication de combustible à oxyde mixte pour des réacteurs à eau légère, des quantités importantes de rebuts sont produites lors des mises au point du procédé de fabrication et continuent d'être produites au cours de la fabrication en routine; ces quantités de rebuts sont liées au procédé lui-même, aux spécifications de l'utilisateur  
15 du combustible, à la traçabilité des produits (production par lots) et à la surveillance de leur qualité par échantillonnage.

On connaît des procédés de traitement de rebuts d'oxyde mixte par voie humide. Ces procédés présentent divers inconvénients importants : d'une part, ils génèrent des effluents liquides importants et  
20 des risques de criticité supplémentaires; d'autre part, ils nécessitent des conditionnements et transports supplémentaires, dans le cas fréquent où l'installation de traitement par voie humide n'est pas située sur le même site que celui de la production des rebuts.

Il y a donc un besoin de pouvoir recycler directement à sec  
25 des rebuts de fabrication de ce genre, à l'endroit de leur production, dans le combustible fabriqué.

De plus, l'expérience a montré que le recyclage de rebuts à sec sans précautions particulières peut conduire à des défauts de produit lors de la fabrication des pastilles : variabilité excessive des

caractéristiques physiques du produit, défauts de retrait différentiel (par exemple, liés au recyclage direct des poudres de rectification), défauts de type soufflure causés par des impuretés volatiles, etc.. D'une manière générale, la production d'un produit à spécifications contrôlées passe par le contrôle des caractéristiques des produits d'entrée.

Afin de résoudre les inconvénients énoncés ci-dessus, le procédé de recyclage de l'invention comprend :

– un procédé de fabrication de pastilles de combustible d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub>, comportant :

- \* un dosage et un premier mélange de rebuts en poudre et, le cas échéant, de poudres de PuO<sub>2</sub> et/ou d'UO<sub>2</sub>,
- \* une micronisation et un tamisage forcé de ce premier mélange,
- \* un nouveau dosage et un second mélange du premier mélange tamisé, de poudres d'UO<sub>2</sub> et, le cas échéant, de rebuts en poudre,
- \* un pastillage du second mélange, et
- \* un frittage des pastilles ainsi formées, et

– un procédé de traitement préalable de rebuts, comportant :

- \* un pastillage et un frittage de rebuts poudreux pour former des pastilles de rebut, et
- \* une micronisation des pastilles de rebut pour former de la poudre de rebuts destinée à être incorporée, en tant que rebuts en poudre, dans les premier et/ou second mélanges.

On obtient ainsi un procédé de recyclage à sec, qui peut être intégral, des rebuts de fabrication dans le combustible MOX. Ce procédé peut aussi être utilisé pour recycler du combustible d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub> mis au rebut par manque ou abandon d'utilisation.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, on prend

comme rebuts poudreux, pour le pastillage et le frittage susdits du traitement préalable, des poudres non frittées mises au rebut (par exemple les poudres en fin de lot au pastillage) et/ou des poudres provenant d'une rectification de pastilles de combustible.

5                    Suivant un mode de réalisation avantageux de l'invention on incorpore jusqu'à 40 % en masse de rebuts, par rapport à la production nette de pastilles, dans le procédé précité de fabrication des pastilles de combustible.

10                   D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront des revendications ci-jointes et de la description du procédé de l'invention, donnée ci-après à titre d'exemple non limitatif, en faisant référence aux dessins annexés.

La figure 1 montre schématiquement les étapes de la fabrication de combustible d'oxyde mixte, suivant le procédé MIMAS.

15                   La figure 2 montre schématiquement les étapes d'une fabrication de combustible d'oxyde mixte et celles du recyclage à sec, suivant l'invention.

Dans les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments semblables ou analogues.

20                   Afin d'éviter les inconvénients susdits, le procédé de l'invention pour le recyclage à sec de rebuts d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub>, comprend à la base un procédé de fabrication de pastilles de combustible d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub>, c'est-à-dire dans l'ensemble (figures 1 et 2) :

- 25                   - un dosage et un premier mélange (étape 1) de rebuts en poudre et, le cas échéant, de poudres de PuO<sub>2</sub> et/ou d'UO<sub>2</sub>,  
- une micronisation (étape 2) de ce premier mélange, en particulier par broyage, et un tamisage forcé (étape 3) de son produit, par exemple à travers une maille de 250µm,

- un nouveau dosage et un second mélange (étape 4) du premier mélange tamisé, de poudres d' $\text{UO}_2$  et, le cas échéant, de rebuts en poudre,
- une homogénéisation (étape 5) du second mélange et une addition d'agent(s) de lubrification et/ou de contrôle de la porosité,
- une compression (étape 6) du second mélange en des pastilles à l'aide de presses (pastillage) et
- un frittage (étape 7) des pastilles ainsi formées, de préférence sous atmosphère d'argon et d'hydrogène humidifiés.

10 Ce procédé de fabrication de pastilles de combustible d'oxyde mixte peut encore comprendre usuellement, pour les pastilles ainsi obtenues, des étapes de

- rectification à sec (étape 8),
- tri d'aspect (étape 9),
- 15 - mise à longueur (étape 10),
- mise sous gaine des pastilles et soudage de celle-ci sous la forme de crayons de combustible (étape 11),
- pressurisation des crayons,
- contrôles non destructifs des crayons (étape 12), et
- 20 - assemblage des crayons (étape 13).

Suivant l'invention, ledit procédé de recyclage comprend de plus un procédé de traitement préalable de rebuts, comportant notamment des étapes

- de pastillage (étape 20) et de frittage (étape 21) de rebuts poudreux, provenant en particulier du procédé de fabrication précité de pastilles de combustible d'oxyde mixte, pour former des pastilles de rebut, et
- 25 - de micronisation (étape 23) des pastilles de rebut pour former de la poudre de rebuts destinée à être incorporée, en tant que rebuts en

poudre, dans les premier et/ou second mélanges (aux étapes 1 et/ou 4).

On notera que le procédé de recyclage décrit ci-dessus ne comporte pas d'étape(s) de compression préalable/granulation (ou de sphéroïdisation) destinée usuellement à améliorer la coulabilité du mélange final et à favoriser le remplissage des matrices lors de la compression. De telles étapes sont en effet superflues dans le cas de l'invention, en raison du choix des étapes du procédé de l'invention et de leur succession pour les produits qui y sont soumis.

Quelques paramètres, qui ne sont pas limitatifs, du procédé de fabrication de pastilles ci-dessus sont donnés ci-après à titre d'exemple :

- travail par lots et par campagne plutôt qu'en continu,
- teneur en plutonium du premier mélange : 20 à 40%,
- broyage par quantité de 60 kg pendant une durée minimale effective de 5 heures,
- utilisation de poudres d'UO<sub>2</sub> en provenance d'ADU ou d'AUC (connus de l'homme du métier),
- addition de 0,2 à 0,5 % de stéarate de zinc et de 0 à 1% d'agent porogène AZB (connu de l'homme du métier),
- compression à une pression entre 400 et 600 MPa,
- frittage de 4 heures minimum à 1650-1760°C sous une ambiance d'argon avec 5 % d'hydrogène et un rapport H<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O de 20 à 30,
- rectification sans centre (centerless) à sec.

Lors de ces opérations de fabrication, des rebuts peuvent être produits, en cours de fabrication proprement dite, à hauteur de 10 à 20 % de la production nette, cette fourchette étant fonction de quelques variables importantes telles qu'une spécification particulière d l'utilisateur du procédé ou de son client (spécification de défauts visuels,

par exemple), l'ampleur des campagnes de fabrication, etc., ...

Pour réduire le temps pris par la micronisation des pastilles de rebut, le procédé peut comprendre de plus un concassage préalable (étape 22) de celles-ci.

5                   Comme rebuts poudreux, pour le pastillage et le frittage susdits (étapes 20 et 21) du procédé de traitement préalable, on peut utiliser, de manière non limitative, des poudres non frittées mises au rebut et/ou des poudres provenant d'une rectification (étape 8) de pastilles de combustible.

10                   En vue de limiter l'investissement en matériel et en place, on peut utiliser les équipements usuels de fabrication de pastilles de combustible susdites, à savoir les broyeurs, presses de compression, fours de frittage, etc., pour les étapes de préparation à sec des rebuts, (étapes 20 à 23), en vue du recyclage. Les paramètres de réglage pour  
15 le recyclage pourront être identiques ou différents de ceux de la fabrication proprement dite de pastilles de combustible. Le fait de procéder par lots et campagnes permet d'intercaler les opérations de recyclage entre des opérations de fabrication proprement dite de pastilles.

20                   En ce qui concerne des poussières de rebuts et d'oxydes  $\text{PuO}_2$  et  $\text{UO}_2$  produites lors des opérations de procédé ou de transfert, on peut les récupérer au moyen de filtres décolmatables afin de les recycler aux étapes de pastillage et de frittage (étapes 20 et 21) en pastilles de rebut.

25                   Avantageusement, on peut incorporer jusqu'à 40 % de rebuts traités au préalable (aux étapes 20 à 23), par rapport à la production nette de pastilles de combustible, dans le procédé précité de fabrication de celles-ci.

L'expérience a montré à la déposante qu'il est possible de

recycler, à l'équilibre de la fabrication proprement dite, des rebuts, produits lors de celle-ci, jusqu'à un pourcentage de 20 à 25 % de la production nette de ces pastilles.

En particulier, on recycle à sec une proportion de 99,5 %, exprimée en masse de  $\text{PuO}_2$ , des rebuts du procédé précité de fabrication proprement dite de pastilles de combustible.

La capacité du procédé de l'invention de recycler des proportions importantes de rebuts peut donc être mise à profit pour recycler des proportions de rebuts inhabituelles rencontrées entre autres lors de tests de qualification du procédé, lors d'incidents de production, etc.

On peut incorporer dans ledit premier mélange jusqu'à 100 % de rebuts traités préalablement suivant l'invention, que ceux-ci proviennent du procédé de fabrication de pastilles MOX de référence (procédé MIMAS) ou d'un autre procédé.

De préférence, on utilise un broyeur à boulets pour la micronisation du premier mélange (étape 2) susdit et/ou desdites pastilles de rebut (étape 23).

Au cours du frittage (étape 7, 21), on peut ajuster la pression partielle d'oxygène  $p_{\text{O}_2}$ , de préférence par une humidification, pour améliorer l'interdiffusion des oxydes  $\text{PuO}_2$  et  $\text{UO}_2$ .



Les principaux types de rebuts rencontrés dans le métier sont repris ci-après en résumé, à titre d'exemple.

<b>Forme</b>	<b>Origine</b>	<b>Caractéristiques avant traitement</b>	<b>% rebuts (en masse de PuO<sub>2</sub>)</b>
<b>Poudres</b>	Fin de lot à la compression en pastilles	Poudre non frittée à granulométrie et aptitude au frittage non maîtrisées	99.5 %
	Poudres de rectification	Poudre frittée à granulométrie et aptitude au frittage non maîtrisées	
	Récupération de poussières	Teneur en PuO <sub>2</sub> et en impuretés et granulométrie non maîtrisées	
<b>Pastilles</b>	Rejet au tri d'aspect	Pastilles frittées	
	Echantillons		
	Production en excès		
<b>Divers</b>	Analyses chimiques	Solutions nitriques	0.5 %
	Maintenance et nettoyage d'équipements de production et/ou de boîtes à gants	Impuretés chimiques volatiles	
		Impuretés chimiques non volatiles	

Les étapes de concassage (étape 22) (facultative) et de micronisation (étape 23) des pastilles peuvent être mises à profit également pour le recyclage de pastilles rebutées, par exemple au tri (étape 9), et pour augmenter la taille des lots de rebuts de poudre  
5 homogènes et caractérisés avant recyclage.

Il doit être entendu que la présente invention n'est en aucune façon limitée aux formes de réalisation décrites ci-dessus et que bien des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre des revendications données ci-dessous.

10 Pour les solutions nitriques de laboratoire, on peut avoir recours à une précipitation et une calcination avant un recyclage à sec comme pour les rebuts énoncés ci-dessus.

Pour des rebuts présentant exceptionnellement des impuretés chimiques non volatiles en excès, on peut avoir recours par  
15 exemple à un traitement chimique préalable en phase aqueuse.

Le procédé de recyclage des rebuts suivant l'invention peut être également mis à profit pour recycler, en tant que matières premières, des pastilles non irradiées de combustible nucléaire d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub> éventuellement produites avec des procédés différents  
20 (par exemple, provenant de la mise au rebut de combustibles à oxyde mixte non irradiés et destinés à des réacteurs avancés ou réacteurs de recherche).

### **REVENDEICATIONS**

1. Procédé de recyclage à sec de rebuts de combustible nucléaire d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub> provenant de la fabrication de combustible ou de la mise au rebut de combustible par suite d'un manque ou d'un abandon d'utilisation, comprenant :
- 5       – un procédé de fabrication de pastilles de combustible d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub>, comportant :
    - \* un dosage et un premier mélange (1) de rebuts en poudre et, le cas échéant, de poudres de PuO<sub>2</sub> et/ou d'UO<sub>2</sub>,
    - 10       \* une micronisation (2) et un tamisage forcé (3) de ce premier mélange,
    - \* un nouveau dosage et un second mélange (4) du premier mélange tamisé, de poudres d'UO<sub>2</sub> et, le cas échéant, de rebuts en poudre,
    - 15       \* un pastillage (6) du second mélange, et
    - \* un frittage (7) des pastilles ainsi formées, et
  - un procédé de traitement préalable de rebuts comportant :
    - \* un pastillage (20) et un frittage (21) de rebuts poudreux pour former des pastilles de rebut, et
    - 20       \* une micronisation (23) des pastilles de rebut pour former de la poudre de rebuts destinée à être incorporée, en tant que rebuts en poudre, dans les premier (1) et/ou second (4) mélanges.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce
- 25 qu'il comprend de plus un concassage (22) des pastilles de rebut avant leur micronisation.
3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'on prend comme rebuts poudreux, pour le pastillage (20) et le frittage (21) susdits du traitement préalable, des

poudres non frittées mises au rebut et/ou des poudres provenant d'une rectification (8) de pastilles de combustible.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, en vue de leur recyclage, on soumet au même procédé de traitement préalable que les pastilles de rebuts  
5 susdites, des pastilles de combustible nucléaire d'oxyde mixte d'(U, Pu)O<sub>2</sub> non irradiées, éventuellement produites avec des procédés de fabrication différents et mises au rebut.

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1  
10 à 3, caractérisé en ce que l'on incorpore jusqu'à 40 % de rebuts, par rapport à la production nette, dans le procédé précité de fabrication des pastilles de combustible.

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on incorpore jusqu'à 100 % de rebuts dans  
15 ledit premier mélange (1).

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on recycle à sec une proportion de 99,5 %, exprimée en masse de PuO<sub>2</sub>, des rebuts du procédé précité de fabrication de pastilles de combustible.

20 8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'on utilise un procédé de broyage à boulets pour la micronisation (2, 23) du premier mélange et/ou des pastilles de rebut.

9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1  
25 à 8, caractérisé en ce que l'on ajoute un agent de lubrification avant pastillage (6 et 20), de préférence du stéarate de zinc.

10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'on effectue le frittage (7, 21) des pastilles de combustible contenant des rebuts et/ou des pastilles de rebut dans une

atmosphère d'argon et d'hydrogène, de préférence à une température entre 1670 et 1760°C.

11. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que, au cours du frittage (7, 21), on ajuste la  
5 pression partielle d'oxygène  $p_{O_2}$ , de préférence par une humidification, pour améliorer l'interdiffusion des oxydes  $PuO_2$  et  $UO_2$ .

12. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'on récupère, lors des opérations de procédé ou de transfert, au moyen de filtres décolmatables, des poussières de  
10 rebuts et/ou d'oxydes de  $UO_2$  et de  $PuO_2$  afin de les recycler à l'étape de pastillage (20) et de frittage (21) en pastilles de rebut.

4

5

6

7

1 / 2

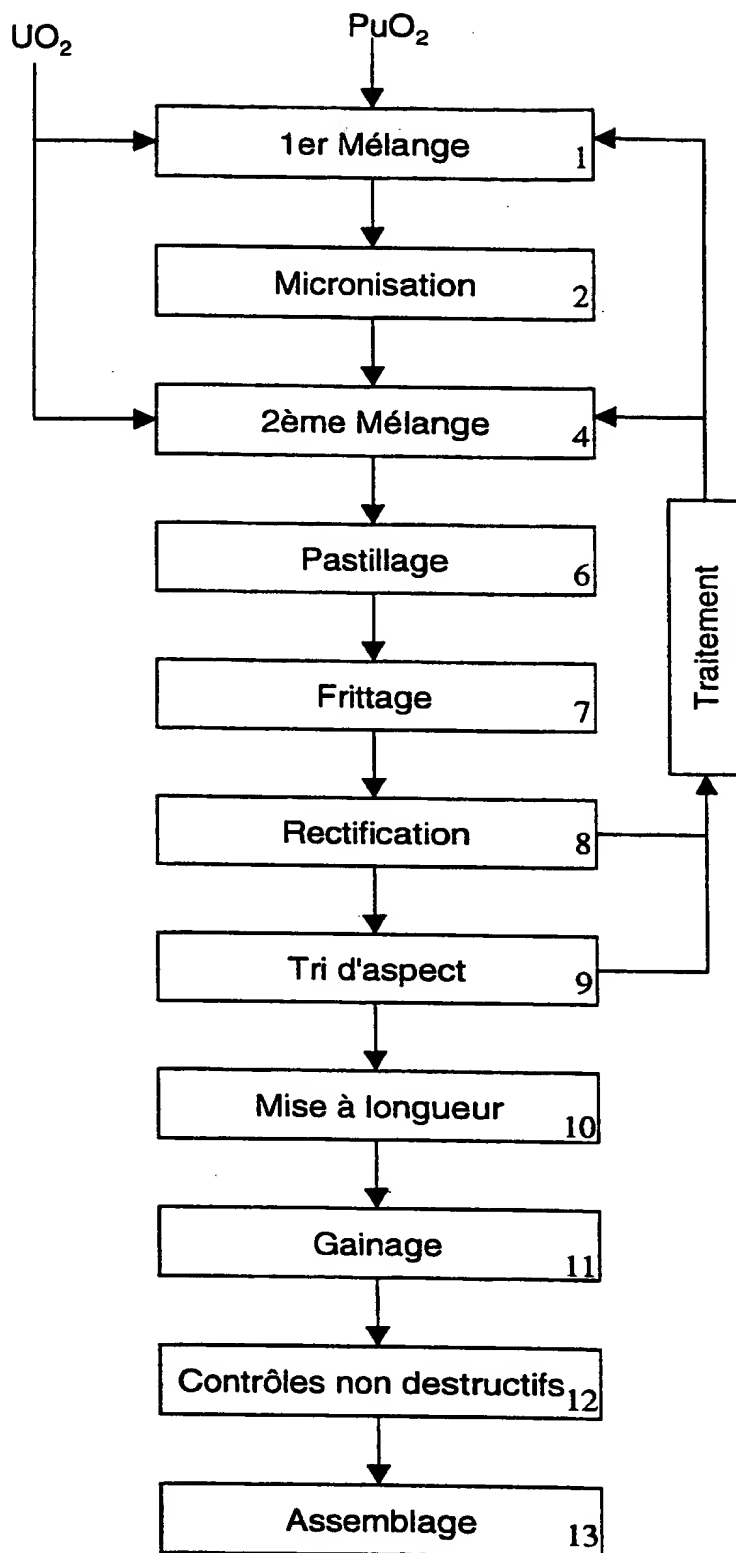


Figure 1

Procédé de fabrication de  
combustible d'oxyde mixte





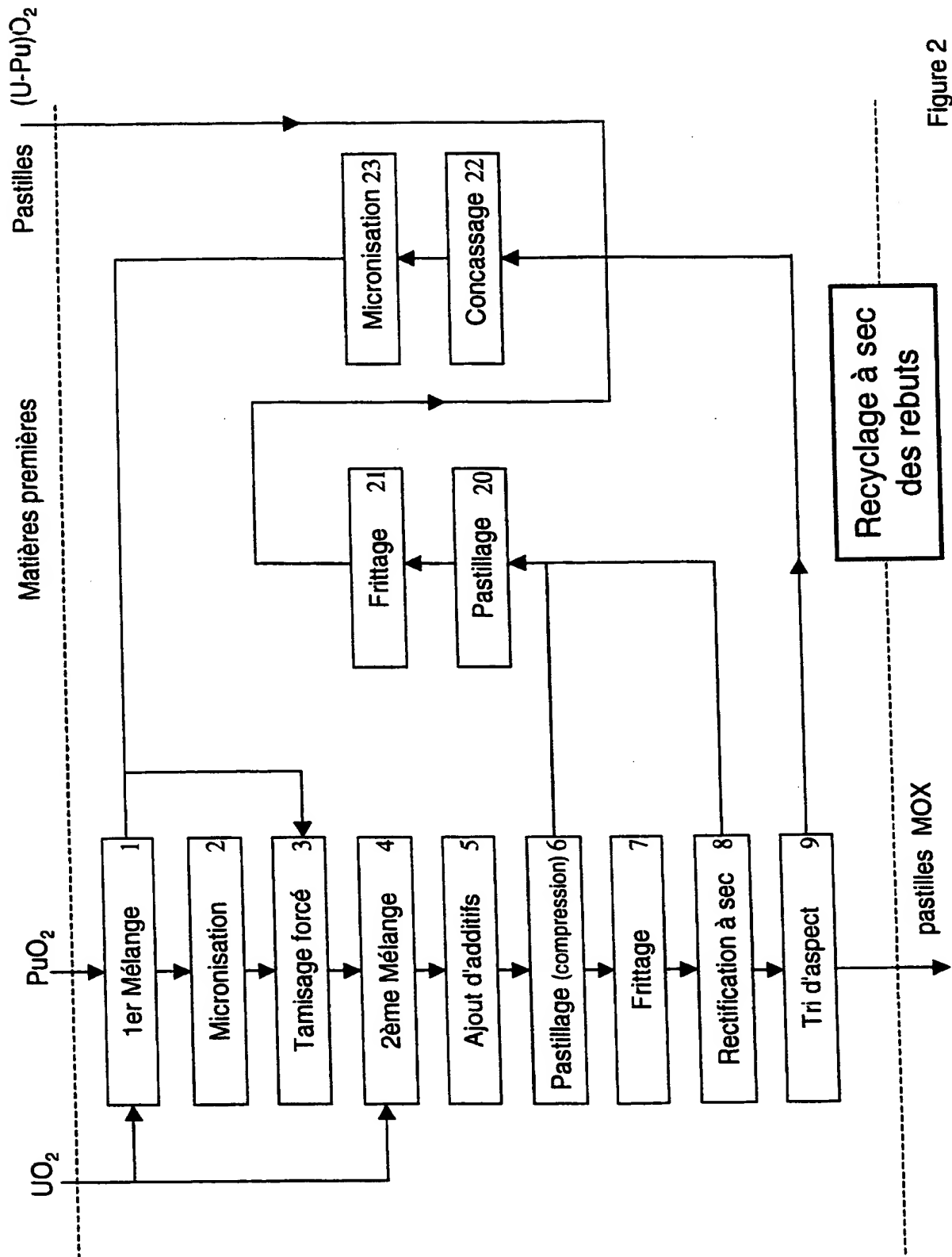


Figure 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/BE 99/00012

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G21C3/62

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 622 343 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 28 April 1989 (1989-04-28) the whole document ---	1
A	GB 1 397 014 A (ATOMIC ENERGY OF AUSTRALIA) 11 June 1975 (1975-06-11) the whole document ---	1
A	FR 2 720 540 A (SIEMENS AG) 1 December 1995 (1995-12-01) the whole document ---	1
A	FR 2 765 383 A (KOREA ATOMIC ENERGY RES) 31 December 1998 (1998-12-31) the whole document -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 October 1999

Date of mailing of the international search report

02/11/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brothier, J-A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EE 99/00012

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2622343	A	28-04-1989	JP 1148994 A	12-06-1989
			JP 2761225 B	04-06-1998
GB 1397014	A	11-06-1975	CA 1009434 A	03-05-1977
FR 2720540	A	01-12-1995	NONE	
FR 2765383	A	31-12-1998	JP 11023764 A	29-01-1999
			US 5882552 A	16-03-1999

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der Internationale No  
PCT/BE 99/00012

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G21C3/62

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G21C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 622 343 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 28 avril 1989 (1989-04-28) le document en entier ---	1
A	GB 1 397 014 A (ATOMIC ENERGY OF AUSTRALIA) 11 juin 1975 (1975-06-11) le document en entier ---	1
A	FR 2 720 540 A (SIEMENS AG) 1 décembre 1995 (1995-12-01) le document en entier ---	1
A	FR 2 765 383 A (KOREA ATOMIC ENERGY RES) 31 décembre 1998 (1998-12-31) le document en entier -----	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 octobre 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/11/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Brothier, J-A

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs : nombres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/BE 99/00012

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2622343 A	28-04-1989	JP 1148994 A JP 2761225 B	12-06-1989 04-06-1998
GB 1397014 A	11-06-1975	CA 1009434 A	03-05-1977
FR 2720540 A	01-12-1995	AUCUN	
FR 2765383 A	31-12-1998	JP 11023764 A US 5882552 A	29-01-1999 16-03-1999